

تحقيق رؤية السلاح الجوي في مجال الطاقة

المقدم فريدريك جي هارمون، السلاح الجوي الأمريكي
المقدم ريتشارد دي برانام، دكتوراه، السلاح الجوي الأمريكي
المقدم دورال إي ساندين، السلاح الجوي الأمريكي*

السلاح الجوي الأمريكي هو أكبر مستهلك للطاقة في الحكومة الفيدرالية، انفق السلاح الجوي ٩ مليارات دولار عام ٢٠٠٨ لتزويد الطائرات والمركبات البرية بالوقود فضلا عن تزويد الطاقة للمنشآت. (١) وفي هذا العام نفسه، بلغت قيمة فاتورة الوقود للسلاح الجوي نحو ٧ مليارات دولار أي ما يعادل نصف الكلفة الإجمالية للوقود في الحكومة الأمريكية. (٢) ونظرا للدور الحيوي والمركزي الذي تلعبه الطاقة في إنجاز مهمة السلاح الجوي، وضع قائد السلاح الجوي خطة طاقة للسلاح الجوي تدعمها ثلاث ركائز -- "خفض الطلب" و "زيادة العرض" و "تغيير الثقافة" -- وذلك استرشادا برؤية الطاقة "مراعاة الطاقة في كل ما نفعله" (الصورة ١) واستجابة لبرنامج ورؤية الطاقة في السلاح الجوي، يحاول الباحثون في معهد القوات الجوية للتكنولوجيا (AFIT) تحقيق أول ركيزتين من خلال تطوير تخصص دراسي جديد في مجال الطاقة البديلة وذلك بتصميم طائرات كهربائية هجينة بدون طيار (RPA) واختبار الوقود الاصطناعي وإقامة مسار جديد من الدراسة يركز على إدارة توزيع الوقود وإجراء الأبحاث حول التخزين والإدارة وتوزيع الوقود. الركيزة الثالثة - "تغيير الثقافة" - تقع خارج نطاق هذا المقال. ونظرا لنجاح البرامج الأكاديمية ونتائج الأبحاث الواعدة، يجب أن يواصل السلاح الجوي التوسع في المناهج المتعلقة بالطاقة والأبحاث في معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT. سيسمح الدعم المتزايد بإنشاء مركز بحوث خاص بالطاقة في معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT والذي قد يساعد السلاح الجوي على التصدي للتحديات المتعلقة بالطاقة.

*في معهد القوات الجوية للتكنولوجيا (AFIT)، قاعدة رايت باترسون الجوية، أوهايو، يخدم المقدم هارمون كأستاذ مساعد في هندسة الطيران. خدم المقدم برانام كأستاذ مساعد في هندسة الطيران في معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT، وهو حاليا مدرس في كلية الحرب الجوية، قاعدة ماكسويل الجوية، ألاباما. المقدم ساندين هو أستاذ مساعد في الخدمات اللوجستية وإدارة سلسلة التوريد في معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT.



Figure 1. Three pillars of the Air Force energy plan. (Reprinted from *Air Force Energy Plan 2010* [Washington, DC: Assistant Secretary of the Air Force for Installations, Environment, and Logistics, 2010], 7 <http://www.safie.hq.af.mil/shared/media/document/AFD-091208-027.pdf>.)

التخصص الأكاديمي في مجال الطاقة البديلة

يدرس الباحثون احتمالات الطاقة البديلة (على سبيل المثال، الأنظمة الكهربائية الهجينة وخلايا الوقود والوقود الحيوي والطاقة الشمسية) في الولايات المتحدة الأمريكية وذلك لخفض اعتمادنا على النفط الأجنبي. تدرس معظم هذه الأبحاث وسائل النقل والمركبات البرية ولكن هذا المقال يناقش ارتفاع الفائدة ونشاط الجيش والصناعة في استخدام طاقة متجددة ونظيفة في التطبيقات الجوية والفضائية. الخطة الاستراتيجية للمعهد الأمريكي للملاحة الجوية والفضائية للفترة ٢٠٠٩-٢٠١٣ التي تشدد على الطاقة و الجو والفضاء تحدد "تطوير كفاءة طاقة الطيران وتحسين تقنيات الطاقة الجديدة" كحاجة استراتيجية ملحة. وفقا لهذه الحاجة الملحة، "يجب أن يوفر المعهد الأمريكي للملاحة الجوية والفضائية AIAA American Institute of aeronautics and Astronautics بيئة تعاونية لتبادل المعلومات لضمان أن أفضل المهنيين تقنيا وأكثر المبدعين يركزون على تحديات كفاءة الوقود - وهي التحديات التي تواجه صناعة الطيران - وعلى الفرص

الجديدة للمساهمة في مستقبل لمصادر طاقة نظيفة وفي متناول الجميع". (٣) السلاح الجوي ومقاومو الدفاع والصناعة في حاجة إلى باحثين ومهندسين أصحاب خبرة تقنية في مجالات هندسة الطيران والطاقة البديلة. تقدم العديد من الجامعات برامج ممتازة في هذين التخصصين ولكن القليل منها يركز على الدمج بين التخصصين. يربط معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT بين طرفي هذه الفجوة الموجودة في الوسط الأكاديمي عن طريق تطوير المناهج الدراسية بالمقررات المتعلقة بالطاقة وتعيين أعضاء هيئة تدريس من ذوي الخبرة في كلا المجالين وتوسيع مرافق المختبرات.

واستجابة لحاجة السلاح الجوي الملحة لمهندسين من ذوي الخلفيات التعليمية في مجال الطاقة البديلة وهندسة الطيران. طور معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT تخصصاً أكاديمياً في أنظمة الطاقة البديلة ضمن برنامج الماجستير في هندسة الطيران والهندسة الفضائية. هذا التخصص - وهو امتداد للبرنامج الحالي للحصول على درجة الماجستير - يتطلب دورات في تحسين الطاقة والتصميم الجوي والفضائي. هذا التخصص يسعى لتقديم دورة من الدراسات المترابطة لطلاب هندسة الطيران المهتمين بمتابعة مواضيع البحث في مجال الطاقة البديلة وأنظمة الدفع المتقدمة للمركبات الجوية الصغيرة (MAV) - وهي طائرات صغيرة بدون طيار RPA - والطائرات الطويلة التحمل التي يمكنها الطيران على ارتفاعات شاهقة. أكمل إثنان من الطلاب سلسلة الدراسات هذه في عام ٢٠١٠ ومن المتوقع أن يقوم ستة آخرين بذلك في عام ٢٠١١.

تساهم جامعتان أخرتان - جامعة ولاية رايت وجامعة ديتون باوهايو وذلك من خلال البرنامج الناجح جداً لمعهد الدراسات العليا في مدينة دايتان - في التخصص الأكاديمي في مجال الطاقة البديلة. صدقت ولاية أوهايو على مقترحات كلا الجامعتين لمنح درجة الماجستير في الطاقة النظيفة والمتجددة ووضع كلاهما المناهج الدراسية التي ينبغي على طلاب معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT اجتيازها لتلبية شروط هذا التخصص. التعاون يسمح لهم بتلقي التعليم في المدارس المدنية المحلية والإستفادة من الأبحاث فقد بدأت بالفعل في الجامعات الأخرى.

وكجزء من التخصص، وضع معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT دورة دراسة مستقلة لتثقيف الطلاب حول طرق تحليل أداء مكونات أنظمة الدفع في الطائرات الصغيرة بدون طيار RPA مثل المحركات الكهربائية والبطاريات المتقدمة ومحركات الاحتراق الداخلي (ICE) وخلايا الوقود. ولأن الاهتمام بهذا التخصص

الأكاديمي الجديد يزداد. لذا يخطط المعهد لتدريس برنامج مختبري عن أساسيات تكنولوجيا خلايا الوقود والمحركات والبطاريات المتقدمة والمكثفات الدقيقة.

يلعب معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT دورا حيويا في تلبية احتياجات السلاح الجوي والصناعة للمزيد من المهندسين المدربين في مجال الطاقة البديلة والهندسة الفضائية. هؤلاء المهندسون سيساعدون السلاح الجوي على تنفيذ الهدف من خطة الطاقة بخفض الطلب من خلال زيادة كفاءة نظم الدفع وزيادة المخزون من الطاقة عن طريق الوقود البديل. موقعها الاستراتيجي بالقرب من مختبر أبحاث السلاح الجوي (AFRL) في قاعدة رايت باترسون الجوية وقربها من العديد من متعهدي الجو والفضاء يتيح للطلاب الحصول على خبرة عملية بدون الانتقال لمكان آخر. حقيقة أن هذا البرنامج الجديد يوفر للطلاب درجة "مختلطة" في تخصصات الطاقة والفضاء تجعله مميّزا.

الطائرات الكهربائية الهجينة بدون طيار

يبحث أعضاء الصناعة والباحثين الجامعيين عن وسائل دفع جديدة مثل أنظمة الكهرباء الهجينة من أجل التطبيقات الجوية والفضائية. بعض التصميمات الكهربائية الهجينة تستخدم نظام المحرك الكهربائي ونظام محركات الاحتراق الداخلي بينما تعتمد الانظمة الأخرى على خلايا الوقود. في عرض أوشكوش عام ٢٠٠٩ التابع لرابطة الطائرات التجريبية، عرض مصمم طائرات ألماني تصميميما لطائرة ذات نظام دفع كهربائي هجين بالإضافة إلى نظام محرك الاحتراق الداخلي ومحرك كهربائي (الصورة ٢). لطائرة جوية عامة. يعمل محرك كهربائي بالبطارية ٣٠ كيلو واط (KW) لتأمين القوة الدافعة لمحرك روتاكس ٩١٤ الصغير الذي يستخدم قوّة ٨٦ كيلو واط من أجل الإقلاع والصعود. (٤) التكوين الهجين الموازي الذي يعمل بالطاقة يسمح للطيار باستخدام الطيران الشراعي بالطاقة الكهربائية في حال حدوث عطل في المحرك. للطائرات الأكبر بدون طيار RPA، تقوم شركة إيروفيرومنت باستخدام محركات ذات مكبس احتراق هيدروجيني ونظام محرك كهربائي على الارتفاعات العالية. وهي طائرة طويلة التحمل وتسمى بالمراقب العالمي. (٥) سابقا، طور ثلاثة باحثون في جامعة كاليفورنيا - ديفيس تصميميما مفاهيميما للطائرات الكهربائية الهجينة الصغيرة بدون طيار RPA والذي يشكل أساس النموذج الأولي لطائرة من هذا النوع وجاري العمل عليه حاليا في معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT. (٦)



Figure 2. Flight Design's hybrid-electric propulsion system. (Reprinted by permission from Jason Paur, "Hybrid Power Comes to Aviation," Wired.com, 28 July 2009, <http://www.wired.com/autopia/2009/07/hybrid-aviation.>)

قام الطالب السابق ريان هيسوروت في معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT بمقارنة بين ثلاثة تصاميم مفاهيمية متميزة للأنظمة الكهربائية الهجينة للطائرات الصغيرة بدون طيار RPA. يمتاز كل من هذه التصميمات بثلاث طرق لتفريغ البطارية أي إجمال تسعة إعدادات. (٧) وانتهى تحليله إلى أن الإعداد الذي يستخدم محرك الاحتراق الداخلي ICE والمحرك الكهربائي ومقبض لعزل المحرك أثناء العمليات الكهربائية الهادئة هو الأفضل لمهام الاستخبارات والمراقبة والاستطلاع (ISR) لمدة خمس ساعات. يتوقف عمل المحرك أثناء مهام الاستخبارات والمراقبة والاستطلاع ISR وذلك للحد من صوت الطائرة. يقوم الطلبة العسكريون والمدنيون في معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT في قسم الملاحه الجوية والفضائية وحت إشراف الأستاذ المساعد فريد هارمون بتصميم نموذج أولي لطائرة بدون طيار تعمل بالنظام الكهربائي الهيدروجيني بناء على تصميم

مفاهيمي مرتكز على نقطتين والذي يشمل محرك احتراق داخلي ICE متناسب الحجم مع سرعة الطواف ومحرك كهربائي وحزمة بطاريات متناسبة الحجم مع سرعة حمل أبطأ (أي بطيئة). يمنح التصميم الكهربائي الهجين الموازي المركبة وقتاً أطولاً في توليد الكهرباء ومدى أكبر من المركبات العاملة بالطاقة الكهربائية بالإضافة إلى إشارة صوتية وحرارية أصغر من المركبات العاملة بالبنزين. يأخذ التصميم الناتج شكل طائرة تعمل بدون طيار ويبلغ وزنها ١٣,٦ كيلو غرام وتستخدم وقوداً أقل بنسبة ٤٠ في المئة مقارنة مع الطائرات التقليدية التي تعمل بمحركات الاحتراق الداخلي ICE وهذا يشمل مقدره متطورة يوفرها الوضع "الهادئ" خلال عمليات الاستخبارات والمراقبة والاستطلاع ISR وذلك باستخدام النظام الكهربائي فقط. توضح هذه الجهود الاهتمام المتزايد في تطبيق التكنولوجيا الكهربائية الهجينة على الأنظمة الجوية والفضائية وكذلك الفوائد التي يمكن أن تقدمها هذه الأنظمة للجنود.

بالإضافة إلى الأنظمة الكهربائية الهجينة التي تعمل بالمحركات الهيدروكربونية، تجري العديد من الشركات والجامعات أبحاث حول الأنظمة العاملة بخلايا الوقود من أجل تطبيقات الطيران. حلقت طائرة بوينغ مؤخراً بطيار (طائرة شراعية بمحرك ديمونه ومكونة من مقعدين وجناحيها بطول ١٦,٣ متراً) وعاملة بخلايا وقود غشاء التبادل البروتوني / بأنظمة الدفع الهجينة لبطارية ليثيوم أيون. (٨) يعتقد الباحثون في الشركة أن هذا النوع من تكنولوجيا خلايا الوقود fuel-cell powered يمكن أن يسيّر المركبات الصغيرة سواء كانت بطيار أو بدون طيار. بالنسبة للطائرات التجارية الكبيرة، يستطيع المصممون تطبيق خلايا وقود الأكسيد الصلب مع أنظمة التوليد الثانوية مثل وحدات الطاقة المساعدة. قام معهد جورجيا للتكنولوجيا بتصميم وبناء والتحليق بطائرة بدون طيار RPA تعمل بخلايا الوقود. (٩) وصممت البحرية مؤخراً طائرة صغيرة بدون طيار RPA - أيون تايجر - وتعمل بخلايا الوقود ٥٠٠ واط. (١٠) وصمم مختبر أبحاث السلاح الجوي AFRL طائرة بوما بدون طيار تعمل بنظام خلايا الوقود. وبموجب عقد بين برنامج البحوث الإبتكارية لقطاع الأعمال الصغيرة ومختبر أبحاث السلاح الجوي AFRL، فإن تعديل بطارية بوما الأصلية بنظام خلايا الوقود الهجين حسن من قدرتها على أداء المهام بحوالي ثلاثة أضعاف لمدة حمل الرحلة وذلك من ثلاث إلى تسع ساعات. (١١) في يوليو ٢٠٠٩، أصبحت الطائرة التجريبية أنتاريس Antares DLR - H2 أول مركبة بطيار في العالم تعمل بخلايا الوقود. (١٢) منذ وقت

ليس ببعيد. بدأ مختبر أبحاث السلاح الجوي AFIT جهوده لتطوير أداة تصميم مفاهيمي لتوضيح مزايا وخصائص استخدام خلايا الوقود في المركبات الجوية الصغيرة MAV. (١٣) تدمج الأداة خُليّات دقيقة للديناميكية الهوائية والدفع وإدارة الطاقة ومصادر الطاقة لتحديد قدرة التحمل للمهام المكلفة بها المركبات الجوية الصغيرة MAV.

هذه الجهود المتعلقة بالأنظمة الكهربائية الهيدروجينية - سواء كانت مبنية على محركات الاحتراق الداخلي أو خلايا الوقود - تعكس بوضوح الاهتمام بتطبيق مفاهيم الطاقة البديلة في تطبيقات الطائرات. التصاميم التي سبق ذكرها سوف تثبت فائدتها بناء على متطلبات المهمة وكذلك حجم الطائرات ونوعها. على سبيل المثال وكما هو موضح سابقا. يصمم باحثو معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT نموذجا أوليا خاص بالنظام الكهربائي الهجين من أجل طائرة صغيرة بدون طيار لإثبات جدواها خلال المهام النموذجية للاستخبارات والمراقبة والاستطلاع ISR. علاوة على ذلك، يعمل حاليا طالب في معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT على التصميم المفاهيمي للنظام الكهربائي الهجين للطائرة التدريبية لتحديد مقدار الوقود والطاقة اللذين يمكن أن تدخرهما الطائرة أثناء مهمة تدريبية نموذجية. ينبغي أن يدعم السلاح الجوي التوسع في الأبحاث التي يقوم بها معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT حول أنظمة خلايا الوقود للتحقق من التحسن في المدى والقدرة على التحمل في الطائرات الصغيرة بدون طيار RPA والمركبات الجوية الصغيرة MAV. بالنسبة للطائرات الأكبر. قد تكون مثل هذه الأنظمة مفيدة لوحدات الطاقة المساعدة. ستساهم الأنظمة الكهربائية الهجينة في الركيزة الأولى من خطة الطاقة من خلال المساعدة في تخفيف الطلب على الطاقة.

اختبار الوقود الاصطناعي

يساهم معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT في الركيزة الثانية وهي زيادة الطاقة عن طريق إجراء الأبحاث حول الوقود البديل. يمثل وقود الطائرات تكلفة كبيرة لكل من السلاح الجوي وشركات الطيران التجارية. في عام ٢٠٠٦ أصبح الوقود العنصر الأبرز في تكلفة تشغيل شركات الطيران الأمريكية للمرة الأولى في التاريخ. (١٤) يستخدم السلاح الجوي ما يقارب ٢,٥ مليار غالون سنويا مما يجعله المستهلك الأكبر لوقود الطيران في الحكومة الفيدرالية. (١٥) يمكن

لهذه الخدمة خفض تكاليف الوقود عن طريق استخدام الوقود البديل (مثل وقود فيشر تروبش [IFT]) عبر تصميم محركات أكثر كفاءة أو أنظمة دفع جديدة أو تصميم إعدادات متميزة بدديناميكية هوائية أكبر وبنيات أخف وزنا. (١٦)

أنشأ قطاع الصناعات التجارية والحكومة منظمات لبحث وتوثيق واستخدام الوقود البديل. والتحالف المعروف باسم مبادرة الوقود البديل للطيران التجاري يسعى جاهدا لتعزيز أمن الطاقة والاستدامة البيئية للطيران عن طريق جذب القطاع الناشئ للوقود البديل لإستخدام هذا الوقود في مجال الطيران التجاري. (١٧) يشدد أيضا بيل هاريسون - المستشار الفني للوقود والطاقة في قسم الدفع propulsion directorate لدى مختبر أبحاث السلاح الجوي AFRL - على الحاجة إلى زيادة إمدادات الوقود المحلية عن طريق بحث واختبار وتصديق وقود بديل / محلي جديد. (١٨) يجوز استبدال الوقود البديل بالعديد من أنواع الوقود التقليدي مثل جي بي - ٥ و جي بي - ٧ و جي بي - ٨. على سبيل المثال. في أغسطس ٢٠٠٧ تم التصديق على طائرة بي - ٥٢ التي تعمل بمزيج من الوقود الاصطناعي و جي بي - ٨ وذلك بنسبة ٥٠/٥٠. (١٩) أنشأ السلاح الجوي مكتب التصديق على الوقود البديل في عام ٢٠٠٧ بترخيص من قائد السلاح الجوي وذلك لإدارة المصادقة على جميع منصات السلاح الجوي (أكثر من ٤٠ نوع) ومعدات الدعم والبنية التحتية بناء على مزيج ٥٠/٥٠ من وقود إف تي و جي بي - ٨. (٢٠) تم التصديق على كامل أسطول السلاح الجوي تقريبا للعمل بمزيج الوقود الاصطناعي.

يقوم معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT بأبحاث ناشطة لاستبدال الوقود التقليدي للطائرات النفاثة بالوقود البديل. ينتهي وقود الطائرات النفاثة إلى فئة المواد الهيدروكربونية الواسعة المشار إليها باسم وقود الكيروسين. (٢١) وبالمقارنة مع أنواع الوقود التقليدية الناجمة عن النفط للطائرات النفاثة (مثل جي بي - ٨). ينشئ وقود إف تي صناعيا من مصادر أخرى مثل الفحم والغاز الطبيعي أو الكتلة الحيوية -- وهي نتاج عملية كيميائية محفزة تقوم في البداية بتحويل وقود الغذاء إلى أول أكسيد الكربون والهيدروجين ثم جمع هذه المواد الكيميائية في جزيئات هيدروكربونية طويلة التسلسل. يكفي محتوى الطاقة الموجود في هذه الأنواع من الوقود نظريا ليحل مكان الأنواع التقليدية من الوقود ولكننا بحاجة إلى المزيد من الأبحاث حول استخدامها في الأجهزة المصممة أصلا للوقود التقليدي الخاص بالطائرات النفاثة. (٢٢) يجري معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT الأبحاث حول استخدام الوقود إف تي لمحركات الاحتراق المدمجة

للغاية في مختبر الليزر لتحسين الاحتراق وتحليله. والذي يتميز بالعديد من تقنيات التشخيص المتاحة (مثل قياس كمية المواد الهيدروكربونية غير المحترقة وأكاسيد النيتروجين) لتحليل أداء هذا الوقود الجديد. تعد النتائج الأولية وتبرهن أنّ وقود إف تي يحلّ مكان الوقود التقليدي للطائرات النفاثة.

الدورة الدراسية الأكاديمية في إدارة النفط والبحث في توزيع الوقود

في الآونة الأخيرة. وضع معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT مسارا متخصصا في إدارة الوقود ضمن برنامجه لدرجة الماجستير في العلوم في مجال الخدمات اللوجستية وإدارة سلسلة التوريد. في خريف عام ٢٠١٠، بدأ خمسة ضباط في السلاح الجوي هذه الدورة الدراسية الجديدة والتي تشمل نماذج المخزون وتوقعات الطلب ومرونة سلسلة التوريد وأنواع الوقود البديلة وقضايا البيئة والنقل والتوزيع وتخزين البترول. وسيتم تعيين خريجي هذا البرنامج ضمن وكالة البترول التابعة للسلاح الجوي، وكالة الدفاع اللوجستية وغيرها من مناصب إدارة البترول في سلسلة القيادة الرئيسية.

وقد أجرى طلاب - سواء من داخل الوطن أو من خارجه - قسم العلوم التشغيلية في معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT العديد من الدراسات المتعمقة والحديثة عن الوقود. على سبيل المثال، الرائد ديفيد مازارا قام بتحليل للتكلفة والمنفعة للتزود بالوقود جوا لأنظمة الطائرات بدون طيار. (٢٣) بحث الرائد جيمس نيكولسون فعالية التكلفة لاستبدال الوقود المرتكز على البترول مثل وقود الديزل بالوقود الحيوي في قيادة النقل الجوي محددًا السعر المطلوب لمعادلة تكلفة إنتاج وقود ديزل حيوي في حالة زيادة سعر الوقود التقليدي. (٢٤) طور المقدم خوان سالافري نموذجًا للتنبؤ بأسعار وقود الطائرات النفاثة في وطنه الأرجنتين. (٢٥) وضع الرائد مراد تويداس نموذجين للتحسين يعتمدان على نهج غير خطي يبحثان في المفاضلة بين وزن الوقود عند الانطلاق والحمولة المعبأة بالنسبة لنقطة انطلاق معيّنة. ووجهة. وموقع قاعدة الناقل. (٢٦) وأجرى الملازم أفرين كيماز دراسة لقياس كفاءة الوقود المنقول جوا. (٢٧) تظهر جميع هذه الدراسات طرقاً إما لخفض الطلب على الوقود أو لزيادة التغذية.

وفي دراسة ناجحة للغاية، أكمل الميجور فيل موريسون - خريج حديث من برنامج معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT الخاص بالدراسات المتقدمة في النقل الجوي - بحثاً في إعادة ضبط وزن الطراز research on reballastic كي سي - ١٣٥ (٢٨) وافترض أن وقود الصابورة ballast fuel ينتقل من الجزء الأمامي إلى خزان الوقود وأن التعويض عن طريق إضافة وزن (مثل درع) في مكان آخر على متن الطائرة سيحقق فائدتين إثنين مهمتين: (١) يمكن للناقلات تفريغ المزيد من الوقود إلى الطائرات المتلقية و (٢) سيجني السلاح الجوي أرباحاً كبيرة من خلال تحسين الاقتصاد في استهلاك الوقود لاسطولها من الناقلات طراز كي سي - ١٣٥. أشارت بحوث موريسون الرئيسية أنه إذا ما تمّ تنفيذ اقتراحه - سيغطي هذا الأخير تكاليفه في أقل من عامين ويخفف مبلغاً إضافياً قدره ١٤ مليون دولار من تكلفة الوقود سنوياً بعد ذلك. خصص السلاح الجوي مؤخراً الأموال لإجراء التغيير في الطراز كي سي - ١٣٥.

الخاتمة والتوصيات

يسعى السلاح الجويّ جاهداً لخفض نفقات الطاقة ورفع مستوى أمان الطاقة من خلال تقليل الطلب وزيادة التغذية وتغيير ثقافتها. يساهم باحثو معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT في الركيزتين الأولتين من خطة الطاقة في تطوير المناهج الجديدة التي تركّز على الطاقة والوقود البديلين وتصميم أنظمة الدفع الكهربائية الهجينة واختبار الوقود الاصطناعي ليحل مكان الوقود التقليدي وتعزيز الأبحاث في مجال توزيع الوقود والإدارة. سيتولى خريجو معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT العسكريون والمدنيون المتمرسون في هندسة الطيران والطاقة البديلة وإدارة الوقود، مناصباً قيادية وفنية وسيتملكون المعرفة اللازمة لتطوير التقنيات والأدوات للتطبيقات الفضائية والجوية الهامة لمساعدة السلاح الجوي على تنفيذ خطته للطاقة.

ينبغي أن يدعم السلاح الجوي معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT في هذا المسعى. وينبغي أن يوسّع معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT مناهجه الدراسية المتعلقة بالطاقة والوقود فضلاً عن إنشاء مختبرات لاختبار الأنظمة الكهربائية الهجينة وخلايا الوقود والوقود الاصطناعي. تحتاج أدوات التصميم المفاهيمي إلى تحسين من أجل تحليل الخيارات المتاحة لمستقبل طائرات السلاح الجوي مثل الطائرات التدريبية الكهربائية الهجينة والطائرات بدون طيار. كما

يحتاج معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT إلى إجراء المزيد من الأبحاث حول أنظمة خلايا الوقود لتحديد مستوى تحسين المدى والقدرة على التحمل بالنسبة للطائرات الصغيرة بدون طيار RPA والمركبات الجوية الصغيرة MAV. بالنسبة للطائرات الأكبر، ينبغي أن يجري معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT المزيد من الأبحاث حول إثبات كيفية الاستفادة من أنظمة خلايا الوقود لوحدات الطاقة المساعدة. بالإضافة إلى ذلك، إذا حصل المعهد على الدعم المناسب، يمكن إنشاء مركز للطاقة المركزة على الأبحاث المتعددة الاختصاصات. ومن الواضح أن معهد القوات الجوية للتكنولوجيا AFIT يلعب دوراً حيوياً يؤديه في مساعدة السلاح الجوي على تحقيق رؤيته للطاقة.

قاعدة رايت باترسون الجوية، أوهايو
قاعدة ماكسويل البحرية، ألاباما

الملاحظات

1. خطة السلاح الجوي للطاقة ٢٠١٠ (واشنطن العاصمة: مساعد سكرتير السلاح الجوي للمنشآت والبيئة والخدمات اللوجستية، ٢٠١٠)، ٤، تم الولوج إليه في ١٤ يناير/كلنون الثاني (٢٠١١).
<http://www.safie.hq.af.mil/shared/media/document/AFD-091208-027.pdf>
2. مارك جي لويس، "الطيران العسكري يتخذ تدابير مراعية للبيئة" الأمريكية للطيران ٤٧، رقم ٨ (سبتمبر/أيلول ٢٠٠٩): ٢٥، تم الولوج إليه في ١٤ يناير/كانون الثاني (٢٠١١).
[http://www.aerospaceamerica.org/Documents/Aerospace%20America%20PDFs%20\(2009\)/Aerospace%20America_SEP2009.pdf](http://www.aerospaceamerica.org/Documents/Aerospace%20America%20PDFs%20(2009)/Aerospace%20America_SEP2009.pdf)
3. المعهد الأمريكي للملاحة الجوية والفضائية (AIAA)، "الخطة الاستراتيجية ٢٠٠٩-٢٠١٣: القسمين الأول والثاني" (ريستون، فرجينيا: AIAA، ٢٠٠٩)، ١، تم الولوج إليه في ١٥ نوفمبر/تشرين الثاني (٢٠١٠).
http://www.aiaa.org/pdf/industry/Strat_Plan_ShortVersion_March09.pdf
4. جيسون بور، "القوة الهجينية تصل للطيران"، Wired.com، ٢٨ يوليو/تموز ٢٠٠٩،
<http://www.wired.com/autopia/2009/07/hybrid-aviation>.
5. "الستراتوسفير الثابت UAS: المراقب العالمي "AeroVironment".
http://www.avinc.com/uas/stratospheric/global_observer.

٦. فريدريك جي هارمون وأندرو إي فرانك وجان جاك تشاتوت. " التصميم المفاهيمي والمحاكاة لمركبة كهربائية هجينية صغيرة بدون طيار". مجلة الطائرات ٤٣. رقم ٥. (سبتمبر/أيلول - أكتوبر/تشرين الأول) ١٤٩٠-١٤٩٨. تم الولوج إليه في ١٤ يناير/كانون الثاني ٢٠١١. http://www.dodsbir.net/sitis/view_pdf.asp?id=REF%203%20AF103_209.pdf : فريدريك جي هارمون وأندرو إي فرانك وجان جاك تشاتوت "نظام الدفع الكهربائي الهجين الموازي لمركبة جوية بدون طيار" (عرض. رابطة أنظمة المركبات بدون طيار الأنظمة الدولية بدون طيار أمريكا الشمالية ٢٠٠٤ ندوة. أناهايم، كاليفورنيا، ٣-٥ أغسطس/آب ٢٠٠٤)؛ فريدريك جي هارمون وأندرو إي فرانك وساجاي إس جوشي. "تطبيق الشبكة العصبية سي إم إيه سي للتحكم في نظام الدفع الكهربائي الهجين الموازي لمركبة جوية صغيرة بدون طيار" (عرض. معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات المؤتمر الدولي المشترك حول الشبكات العصبية. مونتريال، كندا، ٣١ يوليو/تموز - ٤ أغسطس/آب ٢٠٠٥). وفريدريك جي هارمون وأندرو إي فرانك وساجاي إس جوشي. "التحكم في نظام الدفع الكهربائي الهجين الموازي لمركبة جوية صغيرة بدون طيار باستخدام الشبكة العصبية سي إم إيه سي ١٨ (٢٠٠٥): ٧٧٢-٨٠.

٧. ريان إم هيسوروت وفريدريك جي هارمون. "تحليل تصميمات أنظمة الدفع الكهربائية الهجينة الصغيرة لأنظمة الطائرات الصغيرة بدون طيار" (عرض المعهد الأمريكي للملاحة الجوية والفضائية AIAA، ٢٠١٠-١٦٨٧، المؤتمر الدولي الثامن لهندسة تحويل الطاقة، ناشفيل بولاية تينيسي، ٢٥-٢٨ يوليو/تموز ٢٠١٠). (٨).

٨. "طائرة بوينغ تطير بنجاح باستخدام خلايا الوقود" بوينغ، ٣ أبريل/آذار ٢٠٠٨. http://www.boeing.com/news/releases/2008/q2/080403a_nr.html.

٩. توماس إتش برادلي وآخرون. "نتائج اختبار الطيران لمركبة جوية بدون طيار وتعمل بنظام خلايا الوقود" (عرض المعهد الأمريكي للملاحة الجوية والفضائية AIAA - ٢٠٠٧ - ٣٢، المعرض الخامس والأربعون واجتماع للعلوم الفضائية في المعهد الأمريكي للملاحة الجوية والفضائية، رينو، نيفادا، ٠٨-١١ يناير/كانون الثاني ٢٠٠٧)؛ بليك إي موفيت وآخرون. "التصميم والتحقق من أداء مركبة جوية بدون طيار تعمل بخلايا الوقود" (عرض AIAA - ٢٠٠٦ - ٨٢٣، المعرض الرابع والأربعون واجتماع للعلوم الفضائية في المعهد الأمريكي للملاحة الجوية AIAA، رينو، نيفادا، ٠٩-١٢ يناير/كانون الثاني ٢٠٠٦).

١٠. "مركبات المراقبة خلق باستخدام الطاقة البديلة"، الشؤون العامة، ومكتب الأبحاث البحرية، ٢٠٠٩، تم الولوج إليه في ١٤ يناير/كانون الثاني ٢٠١١. <http://www.onr.navy.mil/Media-Center/Press-Releases/2009/Surveillance-Vehicles-Alternative-Energy.aspx>.

١١. "التنمية المتقدمة UAS: خلية الوقود من طراز بوما "AeroVironment".
http://www.avinc.com/uas/adc/fuel_cell_puma.
١٢. بات تونسمير "ذروة التطور: طائرة بطيار تعمل بخلايا الوقود. "تكنولوجيا الدفاع الدولية. سبتمبر/أيلول ٢٠٠٩. ٠٦.
١٣. بول إم هراد وفريدريك جي هارمون. "أداة التصميم المفاهيمي للمركبات الجوية الصغيرة ذات أنظمة الطاقة الهجينة" (عرض المعهد الأمريكي للملاحة الجوية والفضائية AIAA . ٢٠١٠-٦٦٨٨ . المؤتمر السنوي الثامن الدولي لهندسة تحويل الطاقة. ناشفيل بولاية تينيسي. ٢٥-٢٨ يوليو/تموز ٢٠١٠).
١٤. فرانك سيتزن. "تطوير الوقود لسماء خالية من التلوث" الأمريكية للطيران. سبتمبر/أيلول ٢٠٠٩. ٣٢.
١٥. خطة السلاح الجوي للطاقة ٢٠١٠. ٤.
١٦. لويس. "الطيران العسكري يتخذ تدابير مراعية للبيئة" ٢٤.
١٧. "مبادرة الوقود البديل للطيران التجاري" (كتيب caafi.org . CAAFI . ١٧ أغسطس/آب ٢٠١٠ .
http://www.caafi.org/about/pdf/CAAFI_brochure_August_2010.pdf . ٢٠١٠
١٨. وليام إي هاريسون "الطاقة البديلة للتطبيقات الفضائية" (العرض السنوي الرابع لعلوم الهندسة في دايتون. ندوة. دايتون. أوهايو. ٢٧ أكتوبر/تشرين الأول ٢٠٠٩).
١٩. لويس. "الطيران العسكري يتخذ تدابير مراعية للبيئة" ٢٤.
٢٠. بياتريس رودريغز وتوماس إم بارتش. "عملية السلاح الجوي الأمريكي للتصديق على الوقود البديل" (عرض المعهد الأمريكي للملاحة الجوية والفضائية AIAA . ٢٠٠٨-٦٤١٢ . المؤتمر السادس والعشرون للديناميكية الجوية التطبيقية. هونولولو. هاواي. ١٨-٢١ أغسطس/آب ٢٠٠٨).
٢١. تيم ادواردز. "وقود الكيروسين للدفع الجوي. التركيبة والخصائص" (عرض المعهد الأمريكي للملاحة الجوية والفضائية AIAA / ASME / SAE / ASEE 2002-3874. 38 AIAA . مؤتمر ومعرض الدفع المشترك. انديانا بوليس. انديانا. ٧-١٠ يوليو/تموز ٢٠٠٢).
٢٢. إم إيه ماويد. "تطوير آلية حركية كيميائية مفصلة لجي بي - ٨ وفيشر تروبيش المشتقة من وقود الطائرات النفاثة الاصطناعي" (عرض المعهد الأمريكي للملاحة الجوية والفضائية AIAA / ASME / SAE / ASEE 2007-5668. 43 AIAA . مؤتمر الدفع المشترك. سكرامنتو. كاليفورنيا ٨-١١ يوليو/تموز ٢٠٠٧). وتيم ادواردز وآخرون.

"تأثير تركيب الوقود على الرواسب في الوقود الممتص للحرارة" (عرض المعهد الأمريكي للملاحة الجوية والفضائية AIAA/AHI، AIAA-2006-7973، المؤتمر الرابع عشر للطائرات الفضائية وتقنيات وأنظمة فرط صوتي، كانبيرا، استراليا، ٠٦-٠٩ نوفمبر/ تشرين الثاني ٢٠٠٦).

٢٣. الرائد ديفيد جيه مازارا "التزويد الذاتي بالوقود لأنظمة الطائرات بدون طيار: تحليل التكلفة/المنفعة،" بحث دراسات عليا AFIT/IMO/ENS/09-08 (قاعدة رايت باترسون الجوية، أوهايو معهد القوات الجوية للتكنولوجيا، ٢٠٠٩).

٢٤. الرائد جيمس بي نيكلسون، "الديزل الحيوي لطائرات القيادة الجوية المتنقلة: الطريق إلى الأمام،" بحث دراسات عليا AFIT/IMO/ENS/09-10 (قاعدة رايت باترسون الجوية، أوهايو معهد القوات الجوية للتكنولوجيا، ٢٠٠٩).

٢٥. المقدم خوان إيه سالافيري "توقع أسعار وقود الطائرات في الأرجنتين" AFIT/GLM/ENC/07M-01 (أطروحة، معهد القوات الجوية للتكنولوجيا، قاعدة رايت باترسون الجوية، أوهايو، ٢٠٠٧).

٢٦. الرائد مراد تويداس، "فرص توفير الوقود من التزويد جوا"، AFIT/LSCM/ENS/10-12 (أطروحة، معهد القوات الجوية للتكنولوجيا، قاعدة رايت باترسون الجوية، أوهايو، ٢٠١٠).

٢٧. الملازم أفين كيماز، "تقييم كفاءة الوقود باستخدام AFIT/LSCM/ENS/10-07 DEA"، (أطروحة، معهد القوات الجوية للتكنولوجيا، قاعدة رايت باترسون الجوية، أوهايو، ٢٠١٠)، (٢٨).

٢٨. الرائد فيل جي موريسون: "إعادة ضبط وزن أسطول الطائرات كي سي - ١٣٥ لإستهلاك الوقود،" بحث دراسات عليا AFIT/IMO/ENS/10-10 (قاعدة رايت باترسون الجوية، أوهايو: معهد القوات الجوية للتكنولوجيا، ٢٠١٠). معهد القوات الجوية للتكنولوجيا، ٢٠١٠).

Source: "Achieving The Air Force's Energy Vision," English ASPJ, Summer 2011, pp. 34-40.